中華農業研究 27(4) : 363～371 (1978).

非洲大蝸牛及其捕食性天敵[1]

邱瑞珍　周根清[2]

摘要：非洲大蝸牛 (*Achatina fulica* Bowd.) 原產東非，十九世紀初經由印度洋分布及太平洋島嶼。於民國 22 年自新加坡引進本省，後即廣布於全省各地，成爲本省農林作物之害蝸。該蝸卵孵化爲幼蝸後經 8～9 個月即爲成蝸，成蝸每年產卵 3～6 次，每次產卵 200～500 粒，壽命約 2～3 年。成蝸與幼蝸同具休眠及冬眠習性。本所爲進行其生物防治研究，於民國 48 年及 50 年從夏威夷引進兩種肉食性蝸牛，即玫瑰蝸牛 (*Euglandina rosea* Ferus., Oleacinidae) 與嘉納蝸牛 (*Gonaxis quadrilateralis* Prest., Streptaxidae)。此二種肉食性蝸牛均能捕食非蝸且能適應本省氣候，而嘉納蝸之適應力較强。非蝸之本省天敵本文亦有述及。

非洲大蝸牛 (*Achatina fulica* Bowdich) 本文簡稱非蝸，本省俗稱露螺，日據時期稱爲食用蝸牛，食用蝸牛白藤種或陸鮑 [7]，英名爲 giant snail, African snail 或 giant African snail。該蝸屬於軟體動物門，腹足綱、有肺亞綱、柄眼目，屈曲輸尿管亞目，非洲蝸牛總科，非洲蝸牛科或稱瑪瑙蝸牛科 [5]。

非蝸於民國 22 年自新加坡引進本省迄今已屆 40 餘年，因其食性繁雜，增殖迅速，生存力與適應力均强，故數十年來均爲本省農林作物之重要害蝸。光復以來由於植物保護工作推行之澈底，一般作物害蟲均顯著減少，唯獨蝸害之嚴重反而顯見，且其分布地區包括山區地帶與平地園圃而且時有嚴重爲害之報告，尤其是新植林區與種苗圃遭其蹂躪者損失更爲慘重。一般言之，使用化學藥劑防治害蝸在大面積地區甚感困難，亦不經濟，過去民間雖多捕捉非蝸以餵家禽、家畜或供人食用，近年則有冷凍外銷，但其對於農林作物之爲害實不容忽視。故在農作物栽培生產立場觀之，非蝸仍應列爲有害動物而且必須加以防治。又以非蝸食性之繁雜與增殖力之强，欲謀澈底防治實非易事。筆者等於民國 48 年擬對此蝸採用生物防治，曾先後自國外引進肉食性之蝸牛，進行室內外飼育觀察，且釋放田間以防治非蝸。爲此同時進行非蝸之室內繁殖與觀察，但其目的僅爲供應其捕食性天敵蝸牛之食餌而已。而時至今日非蝸之身價已非昔比，年來國內露店、餐廳之生炒螺肉頗受食客歡迎，而冷凍非蝸肉之銷售亦已步入外銷歐美階段，故國人對於飼育非蝸之熱風再度掀起，本省農友紛紛來函索取非蝸之習性及飼育等資料，筆者等爲應便民之舉，特將舊稿整理付印以便各界參考。

材　料　與　方　法

非蝸之成蝸採自田野，平均殼長爲 10 cm，體重約 150 g，殼表以油漆編號，用木箱 (42×35×158 cm) 加鐵紗蓋，箱底舖以壤土和細砂混合 (1：2)，厚約 15 cm 之土層，每箱飼養非蝸 4 隻，逐日觀察其取食情形，淸除飼料殘渣，補充飼料及噴洒適量水份，箱內砂土每月更換一次，飼料係以貝殼粉、糙米飯、靑菜、豆腐渣等混用。每天檢查飼育箱砂土時若有卵粒即予檢出另行飼育，從飼育箱檢出之卵粒因混雜砂土，故先篩洗乾淨，平放培養皿 (3×10 cm) 中而上、下舖有數層潤濕衛生紙，以保持濕度。同堆之卵均放於同一皿內，每日檢視一次並添加水份以利卵之孵化，俟全部

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告 第 856 號。
2. 本所應用動物系技正兼主任，技佐。

卵孵化後再移入木箱內飼育。同一卵堆孵化之幼蝸飼養於同一木箱內，其飼育方法與成蝸同。幼蝸每月檢查一次記錄其殼長、體重等。若爲避免過分擁擠影響幼蝸之生長，可酌予分箱飼育。

玫瑰蝸之飼育亦用相同之木箱，箱底舖厚約 5 cm 之砂土，每箱飼育成蝸 8～10 隻，放入殼長 2～3 cm 之小非蝸 60 隻供其捕食，並用蔬菜、貝殼粉、鈣質等作爲小非蝸之飼料，玫瑰蝸需餵飼鈣質以助其貝殼之生長。每晨清除飼育箱內非蝸空殼及飼料殘渣，補充小非蝸與其飼料並噴施適量水份，逐日按時檢視玫瑰蝸之捕食及活動情形。卵之飼育處理方法亦與非蝸相同。

嘉納蝸用玻璃缸（18×11 cm）飼育，上加紗蓋，內放砂土厚約 7 cm，每缸飼育成蝸 6～8 隻（小蝸可飼數十隻），並放入殼長 2～3 cm 之小非蝸 50 隻，其他飼育處理方法與玫瑰蝸相同。嘉納蝸之卵粒外黏附一層泥土，外觀甚似大土粒不易辨別，故檢卵時可用網篩，並以水沖洗，使外包土層之卵粒，即可檢出，隨即移置於舖有潮濕土層之培養皿內，罩以紗布，每日檢視一次，土層經常保持潮濕，待幼蝸孵化即檢出另行飼育。

室外飼育嘉納蝸與玫瑰蝸係用大型紗籠（175×135×135 cm）。籠內植些雜草，甘藷或蔬菜等，使能保持自然環境，又可遮風蔽日。籠內放入飼育用之小非蝸，數目爲天敵之 10～12 倍，不必時時添加，但每週檢查小非蝸之被捕食數並予補足。遇天氣過於乾燥時，隨時澆水，使天敵蝸之生長活動正常。

結　果

非洲大蝸牛之形態

成蝸：非蝸爲雌雄同體（hermaphroditic），但須異體交配受精後產卵（圖 1 A）。蝸殼圓錐形，殼 7～13×4～6 cm，螺紋右旋，具有 8～9 層輪紋。本省一般常見之非蝸殼長多在 10 cm 左右，殼暗赤色，遍佈赤褐色和淡紫色或黃白色之粗紋及斑紋，殼頂第 1～3 層爲乳白色，第 4～6 層爲淡黃色夾雜有赤褐色或淡紫色斑紋，第 7～9 層爲暗赤色，有赤褐色及淡紫色或黃白色之粗紋，第 8 或 9 層輪層即靠近殼口之一輪，其長度約佔殼長之⅔。肉體深褐色混雜白色斑點，腹面灰白色，活動時其肉體伸出殼外約與其殼長相等。頭部前端有 2 對觸角和口器，口器兩側之 1 對爲前觸角（anterior tentacle），因較爲短小又稱小觸角（antennula），頭部背面有 1 對較大之觸角稱爲後觸角（posterior tentacle）或大觸角（antenna），其末端具有黑色圓形小眼球，故又稱眼觸角(eyed tentacle)。兩對觸角伸縮自如，均可縮入肉體內。口器位於頭部先端之腹面，橫裂開口，其兩側有 1 對大側唇（lateral lappets）。大觸角之右方稍後處有個生殖孔（reproductive organs），內有雌雄兩性生殖器官分別與輸精管及受精囊相連，平時不顯露，於交配時才露出體外。交配時兩蝸互以精蟲送達對方精囊故兩蝸都可受精產卵。殼口內之右方下角有一肺孔，肛門位於肺孔之內壁。

卵橢圓形，4.5～5.5×4～4.5 mm，剛產下時爲淡黃色有光澤，外被蛋白狀之黏液，將孵化時變爲灰白色，光澤已失。剛成熟蝸牛所產之卵，色黃而形較小，個數亦較少；老蝸所產之卵色較淡，數多而形大。卵期 1～2 週，夏季所產之卵經一週後即可孵化，每堆卵自開始至全部孵化完畢約需時 3 天，但在第 1 天內孵化之卵數約占 80 %以上（圖 1 C）。

幼蝸：剛孵化之幼蝸其外殼爲半透明淡灰白色，有 3 層輪紋，殼稍圓，4.7×4.4 mm，殼形由於層紋增長而漸呈橢圓錐形。生長約 1 個月時殼輪有 5 層，殼爲 1.3×1.0 cm。2 個月時殼輪 8 層，約爲 4.5×3.2 cm。8 個月時殼輪爲 8 層，殼可長達 7.0×4.5 cm。此時蝸體已成熟，即可產卵。

非洲大蝸牛之分布

非蝸之原產地爲東非馬拉加西（Malagasy），於十九世紀初經由其原產地東非跨越印度洋逐漸向東方移動，侵入東南亞洲，後即廣泛分布於東南亞地區及太平洋島嶼而成爲各地農林作物之害蝸，其分布經路在 1800 年以前在東非馬拉加西島之非蝸，經毛里西亞島（Marshall Island）（1803），塞舌耳羣島（Seychelles Islands）（1840），加爾各答（Calcutta）(1847)，錫蘭（Sri Lanka）

(1900)，馬來亞 (Malaya) (1911)，新加坡 (Singapore) (1917)，婆羅洲 (Borneo) (1921)，印尼 (Indonesia) (1922)，蘇門答臘 (Sumatra)，香港 (Hongkong) (1931)，臺灣 (Taiwan) (1933)，次及琉球諸島 (Ryukyu Islands)，日本 (Japan) (1935)，夏威夷 (Hawaii) (1936)，越南 (Vietnam)，小笠原諸島 (Bonin Islands) (1937)，太平洋諸島 (Pacific Islands) (1938)，北婆羅洲 (North Borneo) (1939)，菲律賓 (Philippines) (1941) 而到新幾內亞 (New Guinea)，泰國 (Thailand)，緬甸 (Burma) (1943) 等地[5,6,7,9]。

民國 21 年 1 月日人下條久馬一自新加坡將 20 隻非蝸引進本省臺北，因時值冬季氣候寒冷而致全部死亡，翌年 4 月再度從原地引進 12 隻在臺北飼育成功。

非洲大蝸牛之生活習性

非蝸成蝸白天潛伏於雜草，圍籬，枯枝落葉或磚瓦土堆之間隙，以及其他處所如垃圾堆、畜舍等四週之陰濕場所，但取食交配及其他一切活動均在日落黃昏後至次日清晨間，若遇驟雨或陰雨天亦有在白天活動者。兩蝸交配時常見其腹部及頭部相互交纏，乳白色之雄性生殖器露於體外 (圖 1 B)，每次交配約需 2 ～ 6 小時，亦有長達 10 小時者。交配一次約經 1 ～ 4 星期後產卵一次，但亦有交配 2 ～ 3 次才產卵者。每蝸全年之產卵次數與各次產卵之相隔日數及產卵個數，均因成蝸年齡及其生長環境優劣而差別極大。筆者等在臺北室內飼育殼長 9～12 cm 之成蝸，每年 4 ～11 月均有產卵記錄。每蝸一年間產卵 3 ～ 6 次。冬季加溫室保持 20～25°C 時仍能照常產卵，但在冬季加溫產卵者其在夏季之產卵量則明顯減少，足見冬季加溫者其全年之產卵數並不比冬季不加溫者多，甚或反而早死。產卵時刻多在夜間，僅少數在白天，產卵場所多在隱蔽濕潤之土中，在臺北室內飼育者，多躲在飼育箱角落或隱蔽之處，若箱內砂土過於潮濕則於土表產卵。產卵時將頭部潛入土中，深約 6 cm 處，掘成圓穴，卵自頭部後面之生殖孔斷斷續續地排出，一連產下 1 ～20 個，常停止數分鐘或數十分鐘後再繼續產卵。由於產卵個數之增加，其埋在土中之頭部及體殼乃漸漸露出土面，產卵完畢後以其腹足將四週鬆土舖平並將卵堆覆蓋。非蝸在產卵時靜止不動亦不取食，每次產卵約需時 3 ～ 6 小時或一整天，據室內之飼育記錄，每堆卵數約 200～500 粒，最多爲 623 粒，一般約在 350 粒左右。

孵化 2 、 3 天後之幼蝸往往聚集成堆不移動，而以孵化後之卵殼爲食，少數體形弱小之幼蝸常被強壯者殘食。數天之後，幼蝸才逐漸分散，其取食與活動情況與成蝸相似，但遠較成蝸爲活躍，故其對於農林作物之加害程度亦較成蝸爲嚴重。

壽命：每年自 4 ～11 月爲非蝸之活動季節，而 12 月至翌年 3 月則以冬眠狀態越冬，其壽命爲 2 ～ 3 年，最長者可達 5 ～ 6 年。在初夏孵化之幼蝸若生長良好，則在第 8 ～ 9 個月時即可成熟產卵，而夏秋孵化之幼蝸因其發育成長期間經過越冬階段，故須延至翌年夏末或秋初才能成熟產卵。

冬眠與夏眠 (hibernation and estivation)：夏季乾旱或酷暑時非蝸隨時隨地可進入休眠狀態，休眠期之久暫隨乾旱期之長短而定，筆者等曾不給食物與水份，迫使 20 隻生長約 4 個月之中蝸休眠，經一年後除 2 隻死亡外，其餘均活著。由此可見非蝸對於自然環境適應力之强。在冬季氣溫下降至 15～20°C (與濕度有關) 以下時非蝸即停止活動進入冬眠狀態。夏季則潛入樹根，土石磚瓦空隙，枯葉堆中，或深入土內休眠以避高溫或風雨之來侵。夏眠與冬眠時其肉體均縮入殼內，在殼口形成一層白色半透明之臘質薄膜以與外界隔著，除可防高溫寒冷與乾燥外，尚可防止其他小動物之襲擊但此種臘質薄膜在其肺孔處仍留有一小裂縫以利呼吸。

非洲大蝸牛之經濟重要性

非蝸引進本省之初被認爲肉味鮮美，營養價值極高，兼有治療肺病、腎臟病、糖尿病、貧血、氣喘、胃病與强壯身體等之效果，遂即掀起飼養熱潮，市民競相飼育，市面且有非蝸卵計粒出售，甚至有設廠加工製罐之計畫。但不久因感其粘液處理手續麻煩，肉味欠佳，所傳聞之多種醫療效果不實，因此飼養者紛紛丢棄。於是非蝸淪落田野，由於其食量大，食性雜、增殖速、壽命長，且有耐飢、抗旱、抗寒之本能，除冬眠與夏眠外，平時如遇惡劣環境亦可隨時隨地進入休眠狀態，更因其晝伏夜出

，故其加害農林作物之行爲常被人忽視而不予注意防患，因此常使農林作物受害嚴重[4]。

非蝸爲害花卉或蔬菜往往連莖帶葉吞食，苗木則嚙食外皮甚至整株咬斷，新芽嫩葉或樹皮受害者則整株枯萎，故果菜及森林苗圃常遭其蹂躪。此外，非蝸爲害植株還會傳播病菌引起蔬菜腐敗病，甚至導致傳染病之流行[4,9]。

非蝸係廣東住血線蟲（*Angiostrongylus cantonensis* Dough.）之重要中間寄主，該線蟲進入老鼠肺動脈，待成熟後產下第一期幼蟲，隨著老鼠糞便排出後，若接觸及非蝸即附於其體上發育至第三期幼蟲，此幼蟲之侵入寄主常經由口部感染而引起腦炎或腦膜炎等病症。人畜食及帶病非蝸亦會感染其病原菌或中毒，且其分泌之黏稠液體與屍體若散落水井、水溝，或其他潮濕處，腐爛後亦能污染水源，其屍體被蠅類寄生者可傳播腸炎病菌。在印度 Silpur 曾有蠅類（*Picnosoma* sp. 或 *Lucilia dux*）寄生於非蝸屍體傳布病菌而造成流行性腸疾之大發生。在馬來亞有蚤蠅（*Megaselia xanthina*）經由非蝸體傳播腸蠅蛆病亦曾引起該病之大流行。他如道路上被車輛輾斃之非蝸能使路面滑溜，若在彎道或下坡路面處則可造成車禍，多年前本省某空軍基地因非蝸之侵入機場跑道，爬進機身排氣管，使飛機發生故障礙及空運安全等，其危險性可以想見[5,9]。

非蝸捕食性天敵之引進

溯自光復以來本省農林作物之一般病蟲害防治工作均曾積極推行展開，唯獨非蝸之爲害，反日見其烈，蓋其不受一般農藥之威脅，而農民又不予積極防治。尤其非蝸之增殖與生存適應力均強，常遍布各地，有效之化學藥劑防治，在廣大之林區山地實難於應用，故當年筆者等乃擬採用「以蝸制蝸」之對策，自國外引進非蝸之捕食性天敵，進行生物防治試驗，藉能收一勞永逸之效[3]。

玫瑰蝸牛（*Euglandina rosea* Fer.）

玫瑰蝸係肉食性，原產美國東南部及弗羅里達州（Florida）。本所於 48 年 10 月向夏威夷農林處（Board of Agriculture and Forestry）索取引進本省，經數年之室內外飼育結果，確認眞能適應本省氣候，且在田間自然環境下之生長情形遠較室內爲佳，該蝸能捕捉多種當地農林作物之有殼類害蝸，經釋放於臺北、新竹及嘉義等地因地區環境不理想，雖能生長繁殖，但有逐年減少之傾向，嗣後因本所無專款執行此項工作而中止[1,8]。

成蝸：殼右旋，具七層螺紋，殼色淡紅褐至紅褐，紡錘形，表面具明顯之隆起縱紋，爬行時可見其纖長之灰黑色肉體，腹面淡褐色。頭前端具有 1 對前觸角及後觸角。口器位於頭部前端下方，其兩側各有 1 對長扁平之唇鬚，在大觸角前方約半公分處之右側有 1 個雌雄性總生殖孔，係雌雄同體。成蝸較大者，殼 6.5×2.5 cm，一般爲 5.0×2.2 cm 左右（圖10）。

幼蝸：剛孵化之幼蝸體型圓短，有四層螺紋，殼 5×4 cm，殼黃褐色，光滑無紋，略透明可見殼內肉體之蠕動，稍長後殼輪有明顯縱紋，且一層比一層加深，隨著生長殼漸增厚而呈艷麗光亮（圖 1 E）。

卵：橢圓形，長約 5 mm，初產時爲白色，表面稍粗糙，至將孵化時爲淡褐色，其孵化率均在 90 % 以上，卵期約 30 天。

玫瑰蝸在臺灣每年祗能繁殖一代，其捕食、交配、產卵等之活動季節爲 3～10 月，每日之活動時刻幾乎都在夜晚，而以清晨 1～4 時最盛，白天罕有活動，但遇陰雨天白晝亦見活動。 11 月以後則活動趨減，而漸入冬眠狀態。

玫瑰蝸之捕食行爲多在夜晚 8 時至翌晨 6 時，而以午夜 12 時至 4 時爲最盛。捕食時以口器伸入非蝸殼內，緩緩嚼食其肉質部份最後僅存空殼，小者連殼吞食，其能捕食者除非蝸之中幼蝸外，亦包括其他有殼類之小型蝸牛，例如果園、菜園常見之一種扁形蝸（*Bradybaena similaris*, Bradybaenidae）與二種尖形蝸（*Opeas gracile* 與 *O. pyrgula*, Subulinidae）以及水溝中之一種蝸牛，其所捕食之非蝸以殼長 1.5～3 cm 者爲最常見，體型愈小者愈爲所好。

玫瑰蝸雖雌雄同體，但亦須異體交配始能受精，交配後兩蝸都能產卵，每次交配需時數十分鐘至5、6小時（圖1F）。每年4月開始產卵，而以6～8月爲最盛，一次產卵約需時1～3天，而以2天爲常見，每蝸每次之產卵量爲 20～30 粒，卵期約 30～40 天，孵化率爲85～100%。

幼蝸孵化至成蝸產卵約需4～8個月，若在5、6月孵化者則當年 10 月可以產卵，若在7～10月孵化者則必經過冬期而在翌年5、6月後才能成熟產卵，一般多爲今年孵化而翌年成熟產卵。幼蝸顯較成蝸爲活潑，在田間或室外飼育籠生長之玫瑰蝸發育遠較室內飼育者爲快，且體形强壯，行動敏捷，捕食量與產卵量亦多。壽命約1～3年，而以2年爲常見。此蝸亦有冬眠與一般休眠現象。

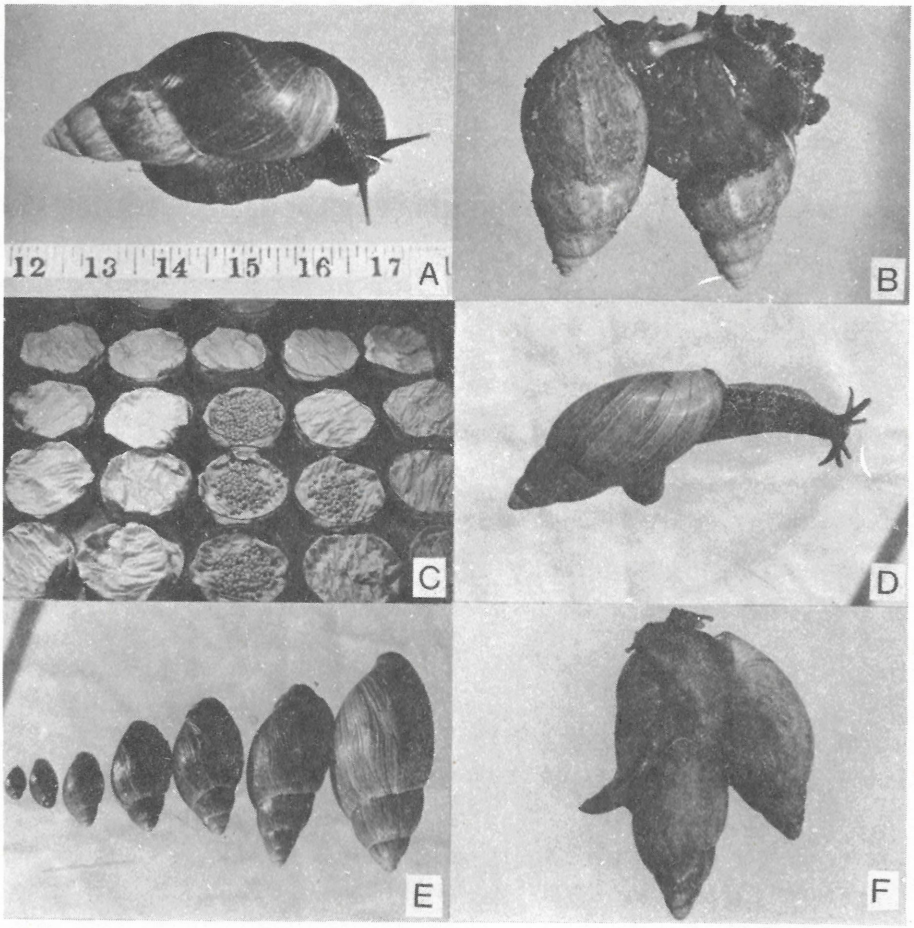

圖1. 非蝸與其捕食性天敵玫瑰蝸. A–C 非蝸：A. 成蝸 B. 交配 C. 卵之飼育；D–F 玫瑰蝸：D. 成蝸 E. 幼蝸與成蝸 F. 交配。

Fig. 1. *Achatina fulica* and its predator, *Euglandina rosea* : A–C *A. fulica*. A. adult. B. mating. C. eggs rearing. D–F *E. rosea*. D. adult. E. youngs & adult. F. mating.

嘉納蝸牛（*Gonaxis quadrilateralis* Preston）

嘉納蝸亦係肉食性，原產東非，於民國 46 年由東非之 Kwale 引進夏威夷供該地非蝸生物防治之用，繼在 50 年自夏威夷引進本省，經筆者等在室外飼育結果，證實其確能適應本省氣候，且其捕食害蝸之能力較玫瑰蝸爲强，繁殖較易，成活率亦高[(2)]。

成蝸：右旋蝸，具七層螺紋，各層輪急激增大，第6與第7層紋稍爲傾斜，殼形略扁，蝸殼 2.6～2.8×1.8～2.0 cm ，淡灰白色。肉體頭腹部爲橙黃色，腹側稍帶灰白色，腹背與觸角呈美麗之桔紅色。眼點明顯，位於後觸角之頂點，故又稱眼觸角。其前方另有一對小觸角。係雌雄同體，兩性生殖孔在頭部右側。口器位於頭部之腹面（圖2 A）。

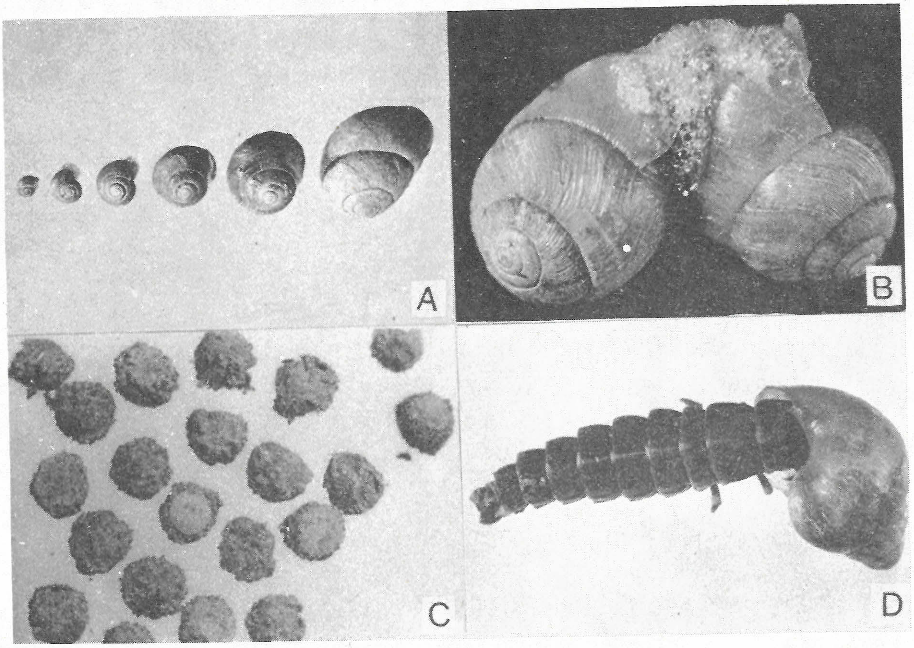

圖 2. 非蝸之捕食性天敵嘉納蝸與螢火蟲 A–C 嘉納蝸：A. 幼蝸與成蝸 B. 交配 C. 卵粒 D. 螢火蟲幼蟲捕食非蝸。

Fig. 2. Predators of *Achatina fulica*—*Gonaxis quadrilateralis* and *Pyrocoelia analis*
A–C *G. quadrilateralis* : A. youngs & adult. B. mating. C. eggs.
D. larva of firefly *P. analis* predating on *A. fulica*.

幼蝸：剛孵化之幼蝸，殼光滑無紋，而且薄而透明，殼內淡黃色之肉體清晰可見。殼扁形， 2.4×3.5 mm ，具3層螺紋。長至1個月時有5層，至3個月時有6層， 4個月時則有7層，此際層紋斜轉，殼形偏斜不正（圖 2 A）。

卵：白色，扁圓形 3×7 mm ，表面粗糙，但軟而富有彈性。卵殼表面均勻包裹著一層厚黏土，外觀彷如土粒，約 4.5×5.5 mm，混雜於砂土中，頗難辨識。卵期多爲 30～45 天，在冬季則長達3個月之久（圖 2C）。

嘉納蝸白天棲息於土中，夜間出土活動捕食及交配等。夏季遇高溫乾燥時亦有休眠現象，但無明顯之冬眠，故自夏初至秋末均爲其活動季節，但冬季活動甚爲緩慢。其捕食行爲係自晚間8時開始至翌晨8時，而以深夜 12 時至 4 時爲最盛。此蝸喜捕食殼長 2 cm 以下之幼小非蝸，每捕食一隻約需2小時之久，食後其腹足仍停留於其所捕食之蝸殼內約5～6小時甚至 10 餘時之久，但見空殼漸次變薄而終被食盡，似係此蝸分泌黏液，使蝸殼溶化再予吸收，偶有殘留殼頂，或係此蝸吸其鈣質之方法，故飼育嘉納蝸不需給予貝殼粉或其他鈣質。此蝸除非蝸外亦能捕食其他多種有殼類蝸牛，雖係雌雄同體，但亦需異體交配受精才能產卵，每次交配需1～3小時，交配時兩蝸均靜止不動，體軀常並排或將殼口相向，同時分泌泡沫狀之黏液將兩蝸之肉體與殼口掩蓋（圖 2B）。此蝸壽命約1～3

年而以2年爲多。

嘉納蝸與玫瑰蝸之田間釋放

民國 49 年4月於臺北本所應用動物系之試驗茶園釋放生長僅2個月之玫瑰蝸 18 隻，3個月後即在該地發現3隻生長强壯之玫瑰成蝸，嗣後復在同地陸續釋放生長一個月之玫瑰蝸4批共 300 隻，而在 49 年至 54 年之間在釋放地區及其附近無意中發現其成蝸及中蝸共 24 隻，其被外人拾取者則不得而知，另在 52 年 6 月在新竹農業改良場釋放成蝸 80 隻，翌年 5 月再釋放成蝸 80 隻，同年 11 月在釋放地點進行調查得 20 隻玫瑰成蝸與中蝸。54 年後由於計畫結束，釋放工作因而中止。此外在臺中潭子鄉、南投國姓鄉、嘉義分所、鳳山分所、屏東春日鄉、臺東岡山鄉等均有零星釋放，但均未予以調查。

嘉納蝸因體形較小，繁殖容易，成活率高，故自 50 年引進本所後一直繁殖至今， 55 年於本所應用動物系試驗茶園內共釋放 114 隻成蝸，釋放後之1、2年經常發現其後代。另於 56 年夏季本所贈送嘉義農業專科學校施育芳老師玫瑰及嘉納蝸各4隻飼育於其宿舍後院，經過二年後無意中在其園內發現許多嘉納蝸爬行在竹籬笆上，而玫瑰蝸則未見踪跡，同時在現場香蕉樹下及竹籬圍四週發現有許多大大小小被天敵蝸捕食後遺留下之非蝸空殼。筆者等在60 與 61 年赴該地搜索四次，共採到 30 隻天敵蝸，及其死殼 16 個，又本文第一作者亦曾將嘉納蝸放飼於宿舍庭院，因該院四週有圍牆，內植花草樹木，非蝸與小扁蝸隨地可見，數年來每逢春夏兩季雨天時均可發現嘉納蝸出沒活動，此等事實均可證明嘉納蝸確能適應本省氣候而在田園中自行繁殖。

非洲大蝸牛之本地天敵

臺灣窗螢 (*Phyrocoelia analis* Fabr.) 民國 52 年 12 月在臺北市景美區之萬盛橋下採得窗螢幼蟲10隻，經室內飼育觀察其能捕食殼長 1～3 cm 之非蝸，平均2～3天捕食1隻，且冬季仍有捕食行爲。該螢一年可繁殖二代，夏季一代約3～4個月，冬季約5～6個月。但其生活環境僅限於溝旁、溪流岸旁之陰溼地帶，且其捕食量不多 (圖 2D) 。又據高橋良一 (1941) 報告臺北平地常見之一種螢 *Luciola* sp. 亦能捕食非蝸。

山龜：民國 53 年 11 月林務局旗山鎮山林工作站趙福元先生贈送本所山龜一隻，據稱其能捕食非蝸，遂將其飼育室外飼育籠內，發現給飼育之非蝸約 30 隻於7天之內全被食盡而僅留空殼，一夜之間此龜可捕食非蝸成蝸達 8 隻之多，非蝸殼長在 6 cm 以上者則多被其咬殺而不食盡，殼長 4 cm 以下則可連殼吞食，其捕食非蝸之能力確實不差，可惜山龜繁殖困難，無法利用，祇能附記於此。

其他如鷄鴨等均可捕食生長於田園內之幼小非蝸，又據文獻所載蟾蜍、青蛙、蟹類、烏鴉、麻雀、鴿子、螞蟻及步行蟲等均有捕食非蝸之記錄[5,9]。

討論

非蝸經常出沒於本省農林園圃，尤以山地林區與新墾地最爲嚴重。使用殺蝸劑如蝸立死或蝸多殺(主要成分爲 Metaldehyde) 防治，雖效果甚佳，但本劑亦可毒殺家禽。雨季或遇驟雨時雖然非蝸最爲活躍但對於施藥頗爲不利，而且化學防治費用過昂，山區或大面積地帶之施藥困難又多，實難澈底收效。若以生物天敵與化學藥劑配合使用除非十分注意，否則天敵將與非蝸同遭農藥毒殺。

年來本省之非蝸肉已列入路攤小食店菜單中，據悉生炒螺肉極受食客歡迎，同時其冷凍加工品亦已外銷，而且行情看好，因此非蝸飼育之熱風已被再度掀起，紛紛計畫大量生產，筆者等認爲政府對於非蝸飼育之地區若不加限制，對於螺肉之衛生檢驗若不予加强，一旦因食蝸肉而引起寄生性疾病甚或中毒，或遇外銷情況不佳時，則非蝸之身價必將再度下降，終必流落田野轉而爲害農林作物。因此筆者等深盼政府對於目前之飼蝸業者應嚴加管制，使其隨時戒備，在飼育場所須特別注意隔離設施，

以防非蝸之竄入田野，以免農林作物之蝸害再度發生。

再者使用化學藥劑或生物天敵防治非蝸既有上述種種困難，依目前情況農林園圃唯有採用簡便而有效之誘集與人工捕殺法。即於夜晚，驟雨或雨季時節在非蝸出沒場所拾集非蝸，或利用果菜廢棄物及垃圾等堆在一處上舖稻草以誘集非蝸，再加殺除。總之，園圃應保持清潔，使非蝸無存身之地當爲防治之對策。

參考文獻

1. 邱瑞珍・1960・非洲大蝸牛天敵之引進與飼育初報。植物保護學會會刊　2 (2)：39-43,　4 figs.
2. 邱瑞珍、周根清・1965・非洲大蝸牛天敵、嘉納蝸 (*Gonaxis quadrilateralis* Preston) 之引進與飼育。植物保護學會會刊 7 (4)：42-50, 8 figs., 1 tab.
3. 陳德能・1956・利用天敵防治非洲大蝸牛。植物病蟲通訊　3 (3)： 1 - 2 。
4. 陳履通・1954・氰氮化鈣防治非洲蝸牛初步試驗。農業試驗　4 (4)：39-45, 6 figs., 4 tabs.
5. 張寬敏・1975・非洲大蝸牛。　中國貝誌　2：5-20, 1 figs., 2 tabs.
6. 江崎悌三、高橋敬三・1942・アフリカ大蝸牛 (食用蝸牛) *Achatina fulica* Ferussac　の本邦，特に南洋郡島への輸移入及び其後の經過。科學南洋　4 (3)：16-25, 4 tabs.
7. 楚南仁博・1936・食用蝸牛 (*Achatina fulica* Ferussac) に就て。臺灣農事報　32 (358)：679-686, 1 fig.
8. Chiu S. C. & K. C. Chou 1962 Observation on the biology of the carnivorous snail *Euglandina rosea* Ferussac. Bull. Inst. Zool., Academia Sinica 1 : 17-24, 9 figs., 4 tabs.
9. Mead, R. 1961 The Giant African Snail. Univ. of Chicago, Chicago, Illinois, U. S. A. 257 pp.

Giant African snail (*Achatina fulica*) and its predators[1]

Shui-chen Chiu and Ken-ching Chou[2]

Summary

The giant African snail, *Achatina fulica* Bowdich, is a native snail of east Africa. It began its march from Africa to eastwards some 170 years ago, invading India, Indo-Malaya and then the Pacific. It was introduced from Singapore to Taiwan in 1932 and 1933 by a Japanese doctor, Kumaichi Shimojo for the purpose of using as food for human and poultry. Afterward, the snail rapidly spread throughout this island and devoured horticultural and agricultural crops. Its large size, diversified food habits, high reproductive ability and being hermaphroditic are all the causes for being a serious pest in Taiwan as well as in the other Southeast Asian countries.

The snail matured within 9 months after hatching and could live for 2 to 3 years. It deposited 3 to 6 batches of eggs a year and 200 to 600 eggs each. The phenomena of

1. Contribution No. 856 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Senior Entomologist and head ; Research Assistant, Department of Applied Zoology, TARI.

estivation and hibernation is the physiological faculty of being able to survive prolonged periods withuot food or water supplied.

For the biological control of *Achatina* snail in Taiwan, two predaceous snails, *Euglandina rosea* Ferus. (Oleacinidae) and *Gonaxis quadrilateralis* Prest. (Streptaxidae), were introduced from Hawaii by the authors in 1959 and 1961, respectively.

The adult of *Euglandina* snail having spindle-shaped and dextral shell, about 3~6 x 2 cm in size, 7 whorls with deep suture, pink color, surface polished with numerous distinct, regular and longitudinal lines of growth; body dark grey to black except ventral side whitish. It matured within 4 to 8 months after hatching, depositing 100 to 200 eggs in 7 to 8 times during its life with 20 to 30 eggs in each oviposition. This snail could live for 1 to 3 years under Taipei climatic conditions.

The adult of *Gonaxis* snail having spindle-shaped and dextral shell, about 2.7 x 2.0 cm in size; with beautiful orange antennae and light testaceous body color except ventral side yellowish grey. It matured within 4 to 6 months after hatching and could live for 1 to 3 years. About 120 eggs were deposited during its life. *Gonaxis* snail seems to be an effective predator for controling *Achatina* snail as observed in Taipei laboratory. It had successfully established in Chiayi during the liberations in 1967. The native predators of *A. fulica* have also been surveyed during our studies.